

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 94 (2003)
Heft: 23

Artikel: Erdwärmesonden mit Wärmepumpen als Alternative zur Ölheizung
Autor: Ebnöther, Alfons / Menzl, Michael
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857620>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Erdwärmesonden mit Wärmepumpen als Alternative zur Ölheizung

Rationelle Energienutzung senkt den Energieverbrauch, schont die begrenzten Ressourcen, verringert die Abhängigkeit vom Ausland und eröffnet ein beträchtliches wirtschaftliches Potenzial. Da der Energieverbrauch für die Herstellung von Wärme und Kälte über 50% des Gesamtverbrauches der Schweiz beträgt, sind gerade in diesem Gebiet grosse Potenziale vorhanden. Die Kombination von verschiedenen Technologien im Bereich Geothermie, gepaart mit Erfahrungen in der Anwendung, erlaubt die Realisation zukunftsweisender und wirtschaftlicher Lösungen.

Neben der rationellen Energienutzung und Energiesparmassnahmen tragen auch aktuelle Innovationen im Bereich Geothermie zur Reduktion des Primärenergieverbrauchs und somit des CO₂-Ausstosses bei. So könnte dank der Entwicklung von Wärmepumpen mit immer besserem Verhältnis von Heizleistung zu elektrischer Leistung (COP: Coefficient

Alfons Ebnöther, Michael Menzl

of Performance) und der Nutzung der Geothermie der spezifische CO₂-Ausstoss gegenüber der Ölheizung um mehr als 50% gesenkt werden (Bild 1) [1].

In der Schweiz entfallen 56% der verbrauchten Energie auf die Herstellung von Wärme oder Kälte, wovon ein erheblicher Anteil CO₂-relevant ist. Bild 2 zeigt die Aufteilung des Energieverbrauchs auf verschiedene Anwendungen. Daraus ist ersichtlich, dass die Wärme- und Kälteversorgung eine zentrale Aufgabe ist und nicht nur die Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe, sondern auch die privaten Haushalte beschäftigt.

Mit dem Einsatz von Wärmepumpen und der Nutzung der Umweltenergie lassen sich substantielle Energiemengen einsparen. Wichtig bei der Auswahl einer

geeigneten Wärmequelle ist die Temperaturdifferenz zur Nutzungstemperatur. Der COP einer Wärmepumpe ist abhängig von der Carnot-Leistungszahl und dem Verlust im Kältemittelkreislauf – Verdichter, Wärmetauscher, Expansionsventil und Rohrleitungen – und bei modernen Wärmepumpen mit einem Faktor 0,5 zu berücksichtigen [2]. Er ist umso besser, je kleiner der Temperaturunterschied zwischen dem kalten und dem warmen Medium ist:

$$e_c = \frac{T}{T - T_u} = \frac{T}{\Delta T}$$

mit

e_c : Leistungszahl nach Carnot bezogen auf $T_0 = 273 \text{ K}$ (0°C)

T_u : Temperatur der Umgebung, aus der die Wärme aufgenommen wird

T : Temperatur der Umgebung, an die die Wärme abgegeben wird

ΔT : Temperaturdifferenz zwischen warmer und kalter Seite.

Dieser Zusammenhang führt zu sehr guten Resultaten bei der Nutzung der oberflächennahen Geothermie.

Nutzung der Geothermie – Wärme und Kälte aus der Tiefe

Es gibt unzählige Möglichkeiten, die Erdwärme zu nutzen. Die meisten Systeme benutzen zur Erhöhung des Temperaturniveaus eine Wärmepumpe. Dabei kann zwischen Luft/Wasser-, Wasser/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen unterschieden werden. In diesem Beitrag wird kurz auf die gängigen Sole/Wasser-Systeme eingegangen, bei welchen Rohre aus Polyethylen (PE)¹⁾ und entsprechende Verbindungskomponenten wie ELGEF+Elektroschweissmuffen²⁾ zum Einsatz kommen. Grundsätzlich können dabei horizontale und vertikale Systeme unterschieden werden.

Verschiedene Systeme für die Nutzung der Erdwärme

Horizontale Systeme

- Erdreichkollektor: Der Erdreichkollektor wird in Österreich und Frankreich häufig eingesetzt. Dabei werden Rohre aus PE in einer Tiefe von etwa 1,2 m schlaufenförmig verlegt.

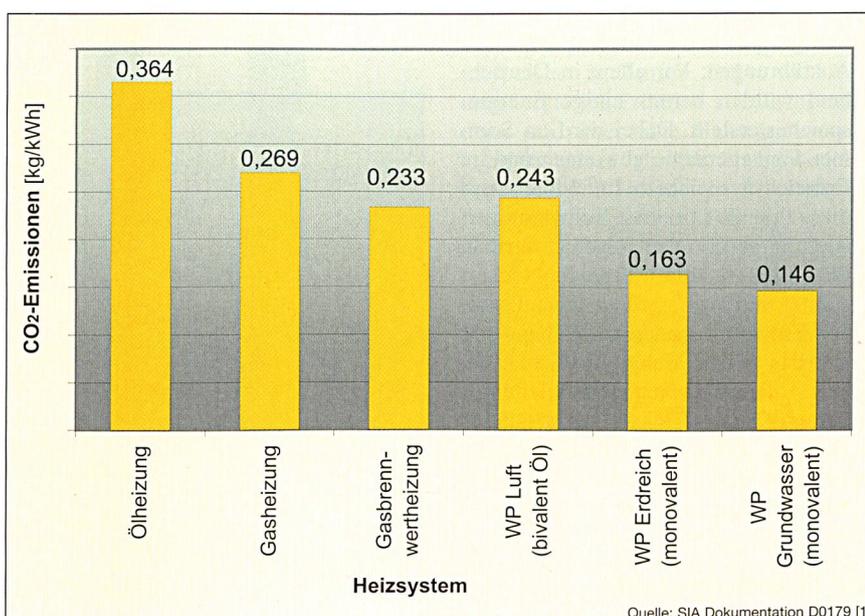


Bild 1 Spezifischer CO₂-Ausstoss verschiedener Heizsysteme

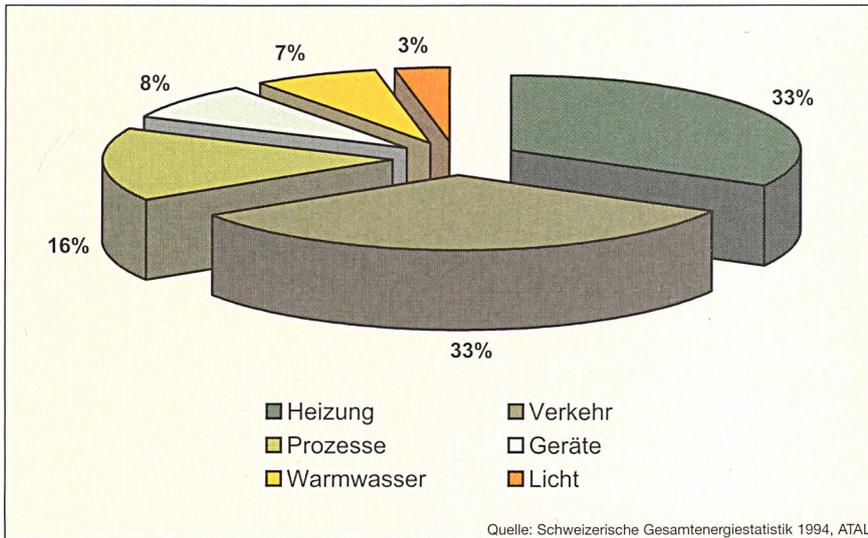


Bild 2 Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen 1994

- Grabenkollektor: Der Grabenkollektor ist ähnlich aufgebaut wie ein Erdreichkolektor. Es werden jedoch mehrere Rohre in den gleichen Graben verlegt, wodurch bedeutend weniger Erdbewegungen nötig sind.
- Slinky-Coil³⁾: Die so genannten Slinky-Coils werden im angelsächsischen Raum vielerorts eingesetzt. Es wird ebenfalls nur ein Graben geöffnet, in dem dann PE-Rohre spiralförmig verlegt werden.

Alle horizontalen Systeme weisen einen erheblichen Platzbedarf auf. Das spätere Überbauen des Geländes ist nicht möglich. Zudem ist bei der Gartengestaltung Vorsicht geboten.

Vertikale Systeme

- Erdwärmesonde: Die Erdwärmesonde (EWS) ist in der Schweiz die häufigste Nutzungsart der Erdwärme. Dabei ist der Name trügerisch: Es kann mit einer EWS nicht nur Wärme, sondern auch

Kälte dem Boden entzogen werden. In der Schweiz werden Sonden von 70 bis 350 m Länge eingesetzt. Die Rohrdurchmesser variieren von 25 bis 40 mm.

- Energiepfahl: Wird wegen schlechtem Baugrund gepfählt, so können diese Pfähle kostengünstig als Energiepfähle ausgelegt werden. Bei Ortsbetonpfählen⁴⁾ montiert man die Rohrregister aus PE vor dem Einbau in den Armierungskörben, während die Rohre bei Ramppfählen⁵⁾ im Herstellerwerk eingegossen werden. Bei Ramppfählen, die im Schleuderverfahren⁶⁾ hergestellt wurden, kann nach dem Rammen ein Rohrregister in den Hohlraum eingebracht werden.

Spezielle Systeme

- Energiespeicher in unterschiedlichen Ausführungen: Vor allem in Deutschland wurden bereits einige Energiespeicher erstellt. Dabei wird im Sommer Sonnenenergie gewonnen und im Erdreich gespeichert. Im Winter wird diese Energie über eine Nahwärmever-sorgung an ein Neubaugebiet verteilt. Die erste Anlage wurde in Neckarsulm-Amorbach⁷⁾ gebaut. Dabei wurden Erdwärmesonden aus Polybuten⁸⁾, also das gleiche Material wie bei Instaflex, dem kompletten Rohrleitungssystem für die Trinkwasserinstallation in Gebäuden, eingesetzt, da Temperaturen von bis zu 95°C zu erwarten waren.

| Untergrund | Spezifische Entzugsleistung [W/m] | |
|--|-----------------------------------|-------------------------------|
| | 1800 Betriebsstunden pro Jahr | 2400 Betriebsstunden pro Jahr |
| Schlechter Untergrund (trockenes Sediment) | 25 | 20 |
| Normaler Festgesteinsuntergrund und wassergesättigtes Sediment | 60 | 50 |
| Festgestein mit hoher Wärmeleitfähigkeit | 84 | 70 |

Quelle: VDI-Richtlinien 4640

Tabelle I Spezifische Entzugsleistungen für Erdwärmesonden

Die Erdwärmesonde

In der Vergangenheit wurden verschiedenste Erdwärmesondentypen eingebaut.

Bild 3 zeigt einige Querschnitte, von denen sich die Doppel-U-Sonde (Bild 3d) durchgesetzt hat. Sie hält den Drücken bei Einbau und Betrieb stand und kann am Sondenkopf mit Standardkomponenten verbunden werden. Dies ist nicht unbedeutend, da die Bohrfirma in der Regel nicht auch die Arbeit des Installateurs (Verlängern der EWS, Verteilereinbau usw.) ausführen will. Für das Abteufen⁹⁾ der Erdwärmesonden müssen Gewichte verwendet werden, um den Auftrieb des PE gegenüber dem Wasser oder der Spülung im Bohrloch auszugleichen. Dies kann mit Gewichten unten am Sondenfuss oder über ein Gestänge, das auf den Sondenfuss drückt, geschehen. Bild 4 zeigt zwei Erdwärmesonden mit entsprechenden Gewichten.

In den VDI-Richtlinien 4640 Blatt 2 «Thermische Nutzung des Untergrundes» [3] werden unter anderem die mögliche spezifische Entzugsleistungen für Erdwärmesonden angegeben (Tabelle I).

Heizen

Am häufigsten wird die Erdwärmesonde in der Schweiz für den reinen Heizzweck eingesetzt. Dies ist nicht weiter verwunderlich, da die grosse Menge an EWS ihren Einsatz in Ein- und Zweifamilienhäusern finden. Dabei werden Sondenlängen von 70 m bis 350 m eingesetzt. Je nach Länge kommt ein anderer Rohrquerschnitt zur Anwendung, um den Druckverlust im System niedrig zu halten.

Kühlen

Erdwärmeeinrichtungen, die lediglich zum Kühlen verwendet werden, sind heute noch relativ selten. Das Potenzial ist jedoch nicht zu unterschätzen: Neben der

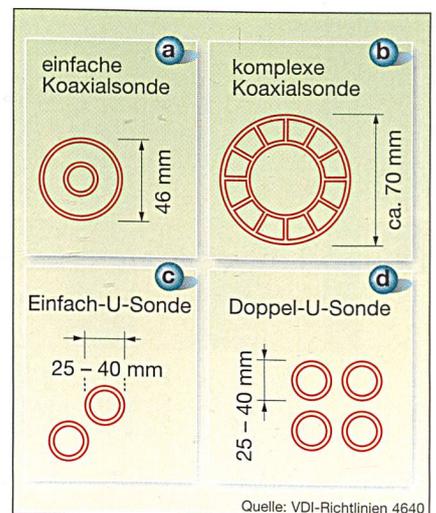


Bild 3 Konstruktionsprinzipien von Erdwärmesonden

Kühlung von Gebäuden kann das System auch zur Prozesskühlung eingesetzt werden. Versuchsanlagen für die Nutzung von «Erdkühle» zur Abführung der Prozesswärme wurden schon in den 90er-Jahren gebaut und über mehrere Jahre ausgemessen. Erste produktive Anlagen zur Prozesskühlung wurden in Deutschland im Jahr 2002 erstellt. Die Geologie spielt bei dieser Anwendung eine wichtige Rolle. Fließendes Wasser führende Schichten bringen eine bessere Leistung, da die Wärme von der EWS abtransportiert wird. In solchen Anlagen werden grundsätzlich kurze Erdwärmesonden – also bis etwa 100 Meter – eingesetzt.

Heizen/Kühlen

Die Doppelnutzung von Erdwärmesonden zum Heizen und Kühlen – also zum Klimatisieren – erfreut sich immer grösserer Beliebtheit. Gerade bei Bürogebäuden wird die Heizlast durch den Einsatz von Computer, Drucker, Kopierer, Beleuchtung usw. immer kleiner. Die Kühllast – die zusätzlich durch Glasfassaden erhöht wird – ist jedoch nicht zu unterschätzen. Durch die Doppelnutzung der Erdwärmesonde können hier kostengünstige Lösungen realisiert werden. Der Heizbetrieb wird über eine Wärmepumpe abgewickelt, und für das Kühlen wird in erster Linie das Freecooling-Verfahren angewendet. Erst wenn dies nicht mehr ausreicht, wird eine reversible Wärmepumpe eingesetzt. Dadurch kann der Ver-

brauch an Primärenergie so niedrig wie möglich gehalten werden.

Bereits profitieren viele Objekte von einer Klimatisierung über Erdwärme. Stellvertretend werden nachfolgend drei solche Objekte vorgestellt.

Deutsche Flugsicherung (DFS) in Langen bei Frankfurt (Hessen)

Das Objekt DFS Langen besitzt das zurzeit grösste Erdwärmesondenfeld in Mitteleuropa. Mit 154 Erdwärmesonden à 70 Meter Länge wird eine Kühlleistung von 340 kW erreicht. Für die Heizleistung von 330 kW wird das Erdwärmesondenfeld für die Grundlast genutzt.

Sparkassenzentrale in Donaueschingen (Baden-Württemberg)

Die Sparkassenzentrale in Donaueschingen ist ein wesentlich kleineres Objekt. Mit 56 Erdwärmesonden à 100 Meter Länge wird eine Kälteleistung von 275 kW erzeugt (Bild 5). Auch hier übernimmt die Wärmepumpe lediglich die Grundlast im Heizfall. Die Wärmepumpe ist auf 110 kW ausgelegt.

Studienzentrum der Schweizerischen Nationalbank (SNB) in Gerzensee (Kanton Bern)

Im Studienzentrum der SNB in Gerzensee wurde im Jahre 2002 eine Luft/Wasser-Wärmepumpe durch Erdwärme ersetzt. Es kamen 33 Erdwärmesonden à 145 Meter zum Einsatz, die auf zwei Wärmepumpen zu je 135 kW zusammengeführt werden und eine Fläche von 4900 m² beheizen. Zusätzlich wird über Freecooling die Kühlung eines Mehrzweckraums gewährleistet.

Speichern

In Europa sind bereits einige Erdwärmespeicher in Betrieb. Dabei wird Sonnenenergie im Erdreich zwischengespeichert und über eine NahwärmeverSORGUNG das ganze Jahr über abgegeben. Ein erstes Objekt wurde in Neckarsulm-Amorbach ausgeführt (Bild 6), wo 528 Erdwärmesonden à 30 m Länge Energie in 630 000 m³ Erdreich speichern. Weitere Speicher wurden in Mol (Belgien) mit 144 EWS und Anneberg (Schweden) mit 100 EWS gebaut.

Ein Hybridspeicher wurde in Attenkirchen (Ortschaft nordöstlich von München) ausgeführt. Das Zentrum bildet hier ein Wassertank, der von 90 Erdwärmesonden umgeben ist. So kann die Abwärme des Tankes über die EWS aufgefangen werden.

In Energiespeichern können Temperaturen von über 90 °C entstehen. Dabei kann das Material PE nicht mehr verwen-

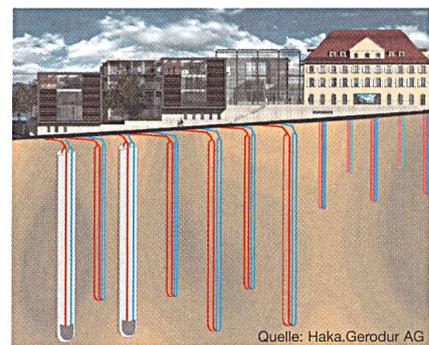


Bild 5 Schematische Darstellung des in Donaueschingen realisierten Projekts

56 Erdwärmesonden à 100 m bzw. 150 m für eine Kälteleistung von 275 kW und eine Heizleistung von 110 kW



Bild 6 Ausbauarbeiten am Erdwärmespeicher in Neckarsulm-Amorbach

528 Erdwärmesonden à 30 m speichern Energie in 630 000 m³ Erdreich



Bild 7 Energiepfahl für Unique Zurich Airport

Die Pfähle wurden mit je 10 am Umfang der Armierungskörbe befestigten PE-Rohren ausgerüstet

det werden, da bei diesen Temperaturen die Lebensdauer viel zu kurz wäre. Darum wurden hier die Erdwärmesonden aus Polybuten erstellt.

Energiepfähle am Beispiel des Unique Zurich Airport

Das Dock Midfield, ein 500 m langer Neubau für die Ausbautappe des Flughafens Zürich, musste auf Grund des schlechten Baugrunds auf über 350 Pfählen fundiert werden, welche in die Grundmoräne in rund 30 Metern Tiefe reichen. Zur Energiegewinnung wurde



Bild 4 Erdwärmesonden

Dargestellt sind GEROtherm-Erdwärmesonden von Haka.Gerodur AG

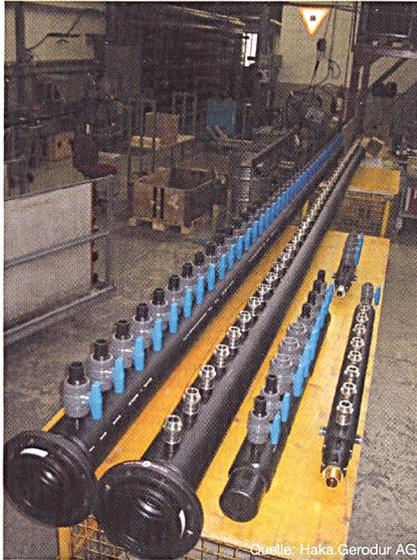


Bild 8 GEROtherm-Verteiler/Sammler
Die grossen Verteiler/Sammler haben je 40 Anschlüsse für die Erdwärmesonden

vorgesehen, die Fundationspfähle als Energiepfähle zu nutzen.

Mit den Energiepfählen kann die interne Abwärme im Sommer im Untergrund gespeichert und im Winter zu Heizzwecken genutzt werden. Dadurch werden jährlich etwa 1100 MWh Wärmeenergie aus dem Boden gewonnen und mit einer Wärmepumpe genutzt. Jeder einzelne Pfahl ist mit je 10 auf seinem Mantel verteilten PE-Rohren ausgerüstet (Bild 7). Die wirksame Pfahlänge beträgt im Mittel 28 m. Insgesamt gelingt es mit den vorgesehenen Massnahmen, 65% des Wärmebedarfs und 70% des Kältebedarfs mit regenerativer Energie zu decken.

Durch das verwendete Material, die Qualitätssicherung und den Überwachungsvertrag gemäss den SKZ-Richtlinien¹⁰⁾ kann von einer Lebensdauer von 100 Jahren ausgegangen werden.

Verteiler und Zuleitung

Eine korrekt eingebaute Erdwärmesonde hat eine Lebensdauer von 100 Jahren. Obschon verschiedene Produkte aus Kunststoff auf dem Markt erhältlich sind, die speziell für den Solekreis entwickelt wurden, werden teilweise Werkstoffe und Verbindungselemente eingesetzt, die für den Einsatz im Solekreis nicht geeignet sind. Geeignete Werkstoffe verfügen über gross ausgelegte Grundkörper, um den Druckverlust durch die hohen Wassermengen nicht unnötig zu erhöhen, und sind zudem aus PE aufgebaut – dem gleichen Werkstoff wie die Erdwärmesonden und Zuleitungsrohre. Auch für Verteiler,

die der Güte- und Fremdüberwachung nach HR 3.26¹¹⁾ des SKZ unterstehen – beispielsweise die in Bild 8 dargestellten GEROtherm-Verteiler –, kann mit einer Lebensdauer von bis zu 100 Jahren gerechnet werden.

Energiebilanz und wirtschaftliche Aspekte

Das in Erdwärmesonden verwendete PE weist im Vergleich zu anderen Rohstoffen eine wesentlich bessere Energiebilanz auf (Bild 9).

Die stetige Zunahme von verteilten Erdwärmesonden ist sicher die beste Bestätigung, dass die Nutzung der Geothermie wirtschaftlich interessant geworden ist. In Bild 10 ist die Zunahme der installierten Einheiten während der letzten zehn Jahre dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass vor allem bei Neubauten verteilte Erdwärmesonden eine starke Zuwachsrate aufweisen.

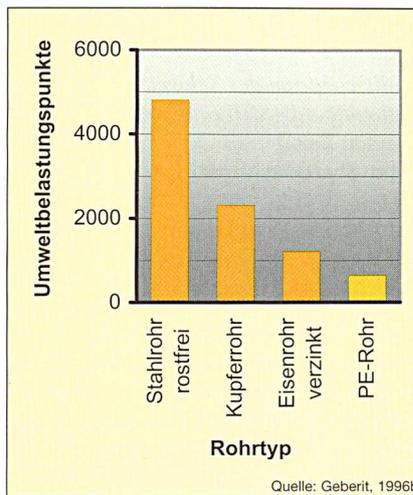


Bild 9 Ökobilanz verschiedener Materialien
Die PE-Rohre zeigen deutlich geringere Umweltbelastungspunkte (UBP) als Rohre aus anderen Materialien

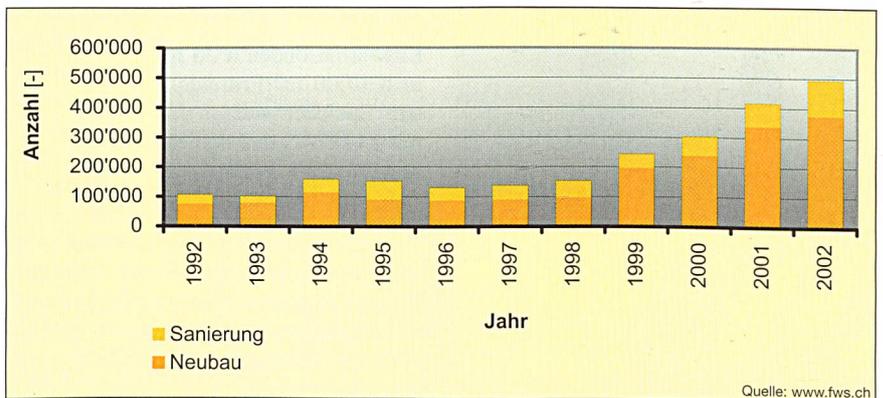


Bild 10 Entwicklung der Anzahl verteilter Erdwärmesonden in den Jahren 1992 bis 2002
Ende 2002 wurden bereits 374 107 Anlagen in Neubauten und 117 721 in Sanierungen installiert

| | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde (Länge 104 m) | Konventionelle Ölheizung (Tank 2x2000 l) |
|--|--|--|
| Betriebsdaten | | |
| Heizenergie pro Jahr [kWh/a] | 13 600 | 13 600 |
| Wirkungsgrad [%] | 95 | 80 |
| Faktor Heizleistung/elektrische Leistung (COP) | 4 | - |
| Verbrauchte Energie [kWh/a] | 3 580 | 17 000 |
| Ölverbrauch [l/a] | - | 1700 |
| Nötiger Raum [m³] | 2,6 | 23 |
| CO ₂ -Emission [t/a] | - | 3,8 |
| Installationskosten | | |
| Komplettes System inkl. Lagerung Öl | 12 730.- | 16 300.- |
| Erdwärmesonde inkl. Bohrung und Einbau Raum im Haus [400.-/m³] | 6 240.- | - |
| Verschiedene Kosten (Verlegung, Kamin usw.) | 1 040.- | 9 200.- |
| Total | 21 630.- | 27 100.- |
| Energiekosten pro Jahr | | |
| Elektrizität, Hochtarif (50%, CHF 0,20/kWh) | 358.- | 49.- |
| Elektrizität, Niedertarif (50%, CHF 0,09/kWh) | 161.- | 22.- |
| Anschlussgebühr | 100.- | - |
| Ölkosten (CHF 45.-/l) | - | 765.- |
| Unterhaltskosten | 150.- | 370.- |
| Kaminreinigung, Abgaskontrolle | - | 180.- |
| Total | 769.- | 1 386.- |

Quelle: www.amiee-ag.ch

Tabelle II Kostenvergleich zwischen konventioneller Ölheizung und Wärmepumpe mit Erdwärmesonde
Basis: 6,5 kWh Heizleistung, 2400 Betriebsstunden

Ein Vergleich mit einer konventionellen Ölheizung bei 6,5 kW Heizleistung ist in Tabelle II wiedergegeben. Die dort angegebenen Werte können zwar von Region zu Region unterschiedlich sein, das Rechenbeispiel kann aber entsprechend angepasst werden.

Sole/Wasser-Wärmepumpen bieten sich somit als kostengünstige Lösung für die Heizung an, wobei zusätzlich – und praktisch ohne Zusatzkosten – im Sommer das energetisch ausgesprochen interessante Freecooling möglich ist.

Referenzen

- [1] F. Luder, M. Menzl: Erdwärmesonden, Erdreichkollektoren, Energiepfähle – Wärme und Kälte aus der Tiefe. Aus EMPA-Tagungsband: Energie aus dem Untergrund – Erdspeicher für moderne Gebäudetechnik. SIA Dokumentation D0179, Zürich, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), 2003.
- [2] Dipl.-Ing. R. Heidelck, Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. H. Kruse, Prof. Dr.-Ing. H.-J. Laue: Wärmepumpen in Gewerbe und Industrie – ein Überblick. Informationszentrum Wärmepumpen und Kältetechnik e.V., Hannover.
- [3] VDI 4640: Thermische Nutzung des Untergrundes: Grundlagen, Genehmigung, Umweltaspekte. Blatt 2: Thermische Nutzung des Untergrundes – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen, Verein Deutscher Ingenieure, www.vdi.de, September 2001.

Angaben zu den Autoren

Alfons Ebnöther, Dipl. El.-Ing. HTL/Wirtschaftsingenieur STV
 Haka.Gerodur AG, CH-8717 Benken,
 a.ebnoether@hakagerodur.ch
Michael Menzl, Betr.-Oek. FH
 Haka.Gerodur AG, CH-8717 Benken,
 m.menzl@hakagerodur.ch

¹ Polyethylen (PE): das zu den Polyolefinen zählende Polyethylen (PE) ist – an seiner Produktionsmenge gemessen – der bedeutendste Kunststoff. Seit mehr als 50 Jahren wird er für Gas-/Wasser-/Kanal-/Kabelschutzanwendungen und andere industrielle Rohranwendungen eingesetzt.

- ² ELGEF: Elektroschweissmuffen von +GF+ für schnelle, dauerhafte und unlösbare Verbindung.
- ³ Sklinky: engl. für eng anliegend; Coil: engl. für Spule, Spirale.
- ⁴ Ortsbetonpfähle: Pfähle, die vor Ort aus Beton gegossen werden.
- ⁵ Rammpfähle: die Pfähle werden vom Hersteller vorfabriziert und auf der Baustelle in den Boden gerammt.
- ⁶ Schleuderverfahren: Mittels Zentrifugalkraft Verdichtung zu hochfestem, porenarmen Beton.
- ⁷ Neckarsulm-Amorbach: Stadt östlich von Heidelberg mit rund 27000 Einwohnern. Informationen zum Projekt: www.oesge-bw.de/energie_klima/nahwaermekonzepte/nsu_amorbach/
- ⁸ Polybuten (PB): technischer Kunststoff, der wegen seines hohen Molekulargewichts bis in die Nähe des Kristallitschmelzbereiches (125 °C bis 130 °C) belastet werden kann, was Dauerbelastungen bis zu 80 °C und Spitzenbelastungen bis 100 °C erlaubt (Kältebeständigkeit bis -5 °C, Versprödung ab -20 °C). Wegen des günstigen Kriechmoduls ist eine gute Formbeständigkeit gegeben, was gerade für dichte Verschraubungen wichtig ist.
- ⁹ Abteufen: Begriff aus der Bergmannsprache für das Ausheben eines senkrecht nach unten verlaufenden Schachts.
- ¹⁰ SKZ: Süddeutsches Kunststoffzentrum in Würzburg. Zertifizierungsstelle für Kunststoffe. www.skz-cert.de. Rohre aus Polyethylen (PE) sind in DIN 8074 «Masse» und DIN 8075 «Allgemeine Güteanforderungen, Prüfung» als Rohrwerkstoff genormt.
- ¹¹ Rohrsystemen, welche die Bedingungen der Richtlinie HR 3.26 erfüllen, wird von der SKZ eine Betriebsdauer von mindestens 100 Jahren bestätigt.

Les sondes géothermiques combinées aux pompes à chaleur: une alternative au chauffage au mazout

Une exploitation rationnelle de l'énergie permet de réduire la consommation, de ménager les ressources limitées et de réduire la dépendance vis-à-vis de l'étranger et ouvre un potentiel économique considérable. Etant donné que la consommation d'énergie destinée au chauffage et au refroidissement représente plus de 50% de la consommation totale en Suisse, il y a dans ce domaine précisément des économies importantes à réaliser. La combinaison de diverses technologies dans le domaine de la géothermie, alliée aux expériences faites dans les applications, permet de réaliser des solutions d'avenir économiques.

Gibt gutes Licht – grosse Sicherheit und spart Energie!

ALMAT-ECONLight™-Leuchten sind wartungsfrei = kleinste Unterhaltskosten, Lebensdauer bis 100'000 h, hohe Lichtleistung 14'500 cdl m²

| | | | |
|---|---|---|--|
|  |  |  |  |
| Mod. ALEC | Mod. BRUNO | Mod. CLAUDE | Mod. GR 860 |

ECONLight™ von ALMAT

- über 60% Energieeinsparung
- bis 10 mal höhere Lebensdauer als herkömmliche FL-Röhren
- grosse Lichtleistung
- x1000fach bewährt



ALMAT
POWER – MIT SICHERHEIT

ALMAT AG, Notlicht + Notstrom
8317 Tagelswangen
Tel. 052 355 33 55, Fax 052 355 33 66

Notlichtsysteme, zentral und dezentral
info@almat.ch • www.almat.ch

Erlernt in Minuten, getestet in Sekunden. Und bei jeder Messung Zeit gespart.

Neu Mit der neuen **Fluke 1650** Serie führen Sie die komplette Installationsprüfung wesentlich schneller und zuverlässiger aus als bisher. Und: Ärger mit ausgelösten FIs gehört der Vergangenheit an.

- **Einfach:** Knopf drehen, Taste drücken, Ergebnis ablesen!
- **Effizient:** Schleifenwiderstands-Messung ohne FI-Schalter auszulösen!
- **Robust:** Übersteht Sturz aus 1m!
- **Sicher:** Schlanke Messspitze für schwer zugängliche Messpunkte.
- **Komfortabel:** Kompakt und leicht (< 1,2 kg).
- **Zertifiziert:** Entspricht den NIV einschl. allen gängigen Standards wie VDE 0100/0413 und EN 61557

Fluke. Damit Ihre Welt intakt bleibt.

Sofort bestellen!
Sichern Sie sich Ihr persönliches Exemplar der DVD «Installation Testen»



Fluke (Switzerland) AG
www.fluke.ch

☎ 01 580 75 00

**Endlich:
NIV-Messungen einfach,
schnell und sicher!**



LANZ Chemins de câbles modernes en acier inoxydable A4

- Ménageant les câbles ● Résistant à la corrosion
 - Coordonnables ● E 30/E 90 ● Avantageux
- Industrie alimentaire et chimique, épuration des eaux, incinération des ordures, ouvrages souterrains, tunnels sont des domaines pour les quels LANZ a des solutions:

- Multichemins 6 m, standard et à longue portée 100–400 mm avec matériel de support MULTIFIX à denture
 - Chemins à grille LANZ largeur 100 – 400 mm
 - Canaux G LANZ 50 × 50 mm à 75 × 100 mm
 - Tubes d'installations électriques ESTA Ø M16 – M63
 - Colliers LANZ pour installations coordonnées
- Certificat de chocs ASC 3 bar et protection de base
→ Testés pour résistance au feu E 30/E 90
→ Acier A4 1.4571 et 1.4539 à résistance max. à la corrosion



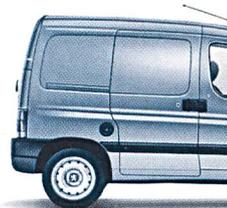
Je suis intéressé par _____
_____ Veuillez m'envoyer la documentation.

Pourriez-vous nous rendre visite à une date à convenir par téléphone? Nom / adresse / tél. _____

fk2

LANZ lanz oensingen sa
CH-4702 Oensingen Südringstrasse 2
Téléphone 062 388 21 21 Fax 062 388 24
www.lanz-oens.com info@lanz-oens.com

PEUGEOT SWISSPACK EDITION.



FÜR CHF 13 790.-* BEKAMEN SIE BIS ANHIN SO VIEL PARTNER.



JETZT BEKOMMEN SIE SO VIEL. INKL. SERVICE, UNTERHALT SOWIE PREISVORTEILE BIS ZU CHF 5000.- (INKL. MWST).

www.peugeot.ch

Swiss Pack Profitieren Sie von den Sondermodellen SwissPack Edition zu einem äusserst interessanten Nettopreis. Ausserdem sind während 3 Jahren oder 100 000 km sämtliche Service- und Unterhaltsarbeiten sowie Peugeot Assistance inbegriffen. Kommen Sie vorbei, und profitieren Sie von diesem aussergewöhnlichen Angebot auch auf Expert und Boxer.

PEUGEOT. MIT SICHERHEIT MEHR VERGNÜGEN.

*Modell PARTNER Kastenwagen 170 C, 1.4 Benzin für CHF 13 790.- netto.